

## KAJIAN ISOLASI ALPHA-SELULOSA BATANG TANAMAN UBIKAYU SECARA BASA

**L.Urip Widodo 1\*),Ketut Sumada 2),Caecilia Pujiastuti 3), Novel Karaman 4)**  
1\*),2),3),4) Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jatim  
Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294  
Telepon (031) 8782179, faks (031) 8782257  
E-mail Gerak\_Samodro3@yahoo.com

### Abstrak

*Alpha-selulosa merupakan bahan dari biomass yang mempunyai manfaat besar dalam bidang industri maupun sumber energi yang terbarukan. Indonesia negara penghasil ubi kayu terbesar ke lima di dunia dimana produksi ubi kayu Nasional pada tahun 2010 mencapai 23 juta ton, yang dapat menghasilkan limbah batang ubi kayu kurang lebih sampai 2,3 juta ton. Limbah ini termasuk limbah lignoselulosa yang dapat diolah untuk menghasilkan alpha-selulosa. Proses isolasi alpha-selulosa dapat dilakukan dalam dua tahap yaitu : proses prehidrolisis dan proses delignifikasi. Proses prehidrolisis bertujuan untuk menghilangkan bahan-bahan ekstraktif (mudah larut) yang ada dalam batang ubi kayu, dilakukan menggunakan pelarut air dengan perbandingan berat bahan terhadap pelarut 1 : 20 pada suhu 100°C selama 2,5 jam. Sedangkan proses delignifikasi selain untuk menghilangkan lignin juga untuk melarutkan hemiselulosa sehingga diperoleh kandungan alpha-selulosa yang tinggi. Proses delignifikasi dilakukan dengan menggunakan pelarut alkali (NaOH) dengan variasi konsentrasi : 15%, 20%, 25% dan 30% (%v/v). Serta waktu delignifikasi divariasikan 30, 60, 90 dan 120 menit pada temperatur proses tetap 128°C, dengan perbandingan berat bahan terhadap pelarut NaOH 1:20. Dari hasil percobaan diperoleh kondisi operasi terbaik pada konsentrasi NaOH 25% dan waktu delignifikasi 60 menit kandungan alpha-selulosa yang didapatkan sebesar 67,69%.*

**Kata Kunci :** Alpha-selulosa, batang ubi kayu, delignifikasi.

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil ubi kayu terbesar ke lima di dunia dimana produksi ubi kayu Nasional pada tahun 2010 mencapai 23 juta ton (Tabloid sinartani, 2012), yang dapat menghasilkan batang ubi kayu kurang lebih sampai 2,3 juta ton dengan asumsi ratio ubi kayu : batang sebesar 10 :1. Jika satu pabrik pulp saja yang menggunakan bahan baku dari batang ubi kayu maka akan terjadi penanaman pohon ubi kayu yang cukup besar, dampaknya adalah produksi ubi kayu menjadi jauh semakin meningkat. Dengan demikian mengurangi pemakaian kayu sebagai bahan baku produksi pulp (*Alpha-selulosa*) pada industri kertas, sehingga menghindari terjadinya pencemaran lingkungan/ habitat satwa akibat penebangan pohon. Pemanfaatan tanaman sebagian besar ubi kayu untuk kebutuhan pangan dan produksi bioetanol. Sedangkan bagian batang hanya 10 % dari tinggi batang dimanfaatkan untuk ditanam kembali (bibit), dan 90% merupakan limbah. Limbah ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk alpha-selulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri : Pulp, kertas, bahan peledak, membran, plastik, dan sebagainya. (Sumada K.,2011). Batang ubi kayu merupakan limbah lignoselulosa yang merupakan limbah organik, bahkan saat ini banyak diteliti kemungkinan alpha -selulosa sebagai sumber bioenergi yang terbarukan. Lignoselulosa ini terdiri dari tiga komponen penyusun utama yaitu alpha- selulosa, hemiselulosa dan lignin dari komponen tersebut ligninlah sebagai pengikat/ perekat kedua komponen lainnya dan juga lignin yang menyebabkan kayu menjadi keras.

Beberapa komposisi dari biomassa dapat dilihat dalam tabel1. Sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi Kimia Beberapa Biomassa

Biomassa Lignoselulosa	Selulosa (% berat)	Hemiselulosa (% berat)	Lignin (% berat)	Abu (%berat)
Sekam padi	58,852	18,03	20,9	0,6-1
Jerami gandum	29-37	26-32	16-21	4-9
Jerami padi	28-36	23-28	12-16	15-20
Tandan kosong kelapa sawit	36-42	25-27	15-17	0,7-6
Ampas tebu	32-44	27-32	19-24	1,5-5
Bambu	26-43	15-26	21-31	1,7-5
Rumput esparto	33-38	27-32	17-19	6-8
Kayu keras	40-45	7-14	26-34	1
Kayu lunak	38-49	19-20	23-30	1

Sumber : (Mierly, 1981 dalam Jalaludin,2005)

Tujuan dari pada penelitian ini melakukan isolasi alpha –selulosa dari batang ubi kayu yang sampai sekarang masih merupakan limbah yang belum diolah menjadi bahan yang bernilai ekonomi, selain hanya sebagai kayu bakar. Percobaan dilakukan dengan dua tahap proses yaitu tahap pertama proses prehidrolisis dan tahap kedua proses delignifikasi dengan memvariasikan konsentrasi NaOH dan waktu delignifikasi diharapkan memperoleh kandungan alpha – selulosa yang tinggi.

## 2. LANDASAN TEORI

### 1. KUALITAS BATANG TANAMAN UBIKAYU.

Komposisi kimia batang ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) berdasarkan hasil penelitian Ketut Sumada dkk (2011), seperti dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Batang Ubi Kayu ( *Manihot Esculenta Crantz*)

Komponen	Kandungan (% berat)
Alpha-selulosa	56,82
Lignin	21,72
ADF	21,45
Panjang serat	0,05 – 0,5 cm

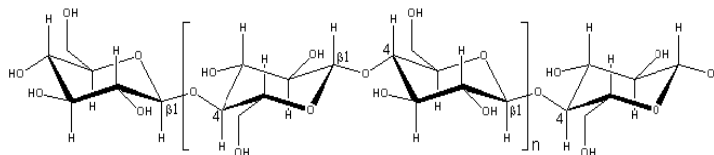
## 2. DELEGINIFIKASI

Selulosa merupakan bagian penyusun utama jaringan tanaman berkayu. Bahan tersebut utamanya terdapat pada tanaman keras, namun demikian pada dasarnya selulosa terdapat pada setiap jenis tanaman, termasuk tanaman semusim, tanaman perdu dan tanaman rambat bahkan tumbuhan paling sederhana sekalipun. Seperti: jamur, ganggang dan lumut. Selulosa sangat erat berasosiasi dengan hemiselulosa dan lignin. Isolasi selulosa membutuhkan perlakuan kimia yang intensif. Selulosa terdiri dari unit monomer D-glukosa yang terikat melalui ikatan -1-4-glikosidik. Derajat polimerasi (DP) selulosa bervariasi antara

7000 – 15000 unit glukosa. Berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu :

1. Alpha Cellulose adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) 600 – 1500. Selulosa dipakai sebagai penduga dan atau penentu tingkat kemurnian selulosa.
2. Betha Cellulose adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP 15 – 90, dapat mengendap bila dinetralkan
3. Gamma cellulose adalah sama dengan selulosa  $\beta$ , tetapi DP nya kurang dari 15.

Alpha selulosa merupakan selulosa yang mempunyai kualitas paling tinggi (murni). Material yang mengandung alpha selulosa  $\alpha > 92\%$  memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan propelan dan atau bahan peledak. Gambar Struktur molekul selulosa dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Struktur molekul selulosa (Setiawan Y.,2010)

### 3. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI DELIGNIFIKASI

Beberapa faktor yang mempengaruhi delignifikasi diantaranya :

#### a. Jenis Bahan Delignifikasi

Berbagai bahan yang dapat dipergunakan dalam proses delignifikasi diantaranya bahan asam seperti asam phosphate ( $H_3PO_4$ ), asam chlorida (HCl), asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), dan bahan basa seperti natrium hidroksida (NaOH), natrium sulfit ( $Na_2SO_3$ ), dan natrium sulfat ( $Na_2SO_4$ ). Setiap bahan akan memberikan hasil delignifikasi yang berbeda dan tergantung pada konsentrasi bahan yang dipergunakan.

#### b. Waktu Delignifikasi

Pada proses delignifikasi, waktu delignifikasi berpengaruh terhadap kualitas produk delignifikasi (alpha-selulosa). Berdasarkan beberapa hasil penelitian, waktu delignifikasi berkisar dari 1 sampai 3 jam.

#### c. Temperatur Delignifikasi

Temperatur operasi delignifikasi mempengaruhi kualitas produk (alpha-selulosa), secara umum temperature delignifikasi yang baik adalah pada  $170^\circ C$ , temperatur ini disesuaikan dengan kelarutan lignin.

### 4. METODE PENELITIAN

Batang ubi kayu (manihot utilissima) diparut hingga menjadi serpihan kayu, keringkan dalam oven untuk menghilangkan kandungan airnya. Penelitian isolasi alpha- selulosa dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap proses prehidrolisis dan tahap proses delignifikasi. Untuk tahap proses prehidrolisis ambil serpihan kayu dari ubi kayu yang sudah kering dan tambahkan pelarut air, dengan perbandingan bahan (serpihan kayu) dengan pelarut (air) sebesar 1 : 20 dan panaskan pada temperatur  $100^\circ C$  selama 2,5 jam. Selanjutnya saring dan keringkan padatan (serpihan kayu) yang tertahan. Tahap proses delignifikasi ambil bahan kering dari hasil prehidrolisis dan tambahkan pelarut alkali (NaOH) dengan perbandingan bahan terhadap pelarut (NaOH) sebesar 1 : 20, variasikan konsentrasi pelarut (NaOH) masing-masing 15; 20; 25 dan 30 % ( $w/v$ ) dengan lama waktu delignifikasi 30; 60; 90 dan 120 menit. Panaskan pada temperatur tetap  $128^\circ C$ , setelah waktu delignifikasi yang ditentukan selesai saring dan padatan yang tertahan dicuci dengan air panas dan selanjutnya cuci dengan air dingin sampai bersih dari pelarut (NaOH). Keringkan hasil delignifikasi yang sudah bersih tersebut dalam oven dan siap untuk dilakukan analisa kandungan alpha-selulosanya.

### 5. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat dilaporkan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian kualitas fisik batang tanaman ubikayu. Kualitas fisik batang tanaman ubikayu seperti :
  - a. Kandungan kulit kayu : 29,75 % berat
  - b. Kandungan gabus : 4,46 % berat
  - c. Kandungan kayu : 65,79 % berat
2. Hasil penelitian kualitas kimia batang tanaman ubikayu. Kualitas kimia batang tanaman ubikayu seperti tercantum dalam tabel 3.

Tabel 3. Kualitas kimia batang tanaman ubikayu

Komponen	Kandungan, (%) berat
Alpha-selulosa	38,76
Hemiselulosa	24,35
Lignin	13,18
Bahan-bahan ekstraktif / ADF	22,16
Abu	1,55

Berdasarkan hasil penelitian tersebut diatas dan mengacu kepada komposisi kimia dari berbagai jenis biomass yang tercantum dalam tabel 1, maka dapat diketahui bahwa batang tanaman ubikayu termasuk **jenis kayu lunak**.

3. Proses prehidrolisa batang tanaman ubikayu. Proses prehidrolisa batang tanaman kayu dilakukan dengan menghidrolisa batang tanaman ubikayu dengan air pada perbandingan 1 : 20 dan temperatur 100°C. Hasil penelitian proses prehidrolisa seperti tercantum dalam tabel 4.

Tabel 4. Kualitas batang tanaman ubikayu setelah proses prehidrolisa

Komponen	Kandungan (%) berat
Alpha-selulosa	48,87
Hemiselulosa	26,29
Lignin	22,62
Bahan-bahan ekstraktif /ADF	0,67

Berdasarkan hasil prehidrolisa dapat diketahui bahwa proses prehidrolisa berpengaruh terhadap penurunan kadar bahan-bahan ekstraktif, penurunan ini mengakibatkan persentase alpha-selulosa, hemiselulosa dan lignin menjadi naik.

4. Pengaruh konsentrasi NaOH dan Waktu Delignifikasi Terhadap kualitas Alpha-Selulosa seperti tercantum dalam tabel 4.

Tabel 4. Kualitas Alpha-selulosa

Konsentrasi NaOH (% berat)	Kadar alpha-selulosa (% berat)			
	Waktu delignifikasi (menit)			
	30	60	90	120
15	56,62	64,97	65,60	64,96

---

20	57,15	64,18	67,22	64,66
25	62,54	67,69	65,96	64,80
30	56,14	64,70	62,91	62,77

---

Berdasarkan hasil penelitian seperti tercantum dalam tabel 4, diketahui bahwa semakin besar konsentrasi NaOH, konsentrasi alpha-selulosa yang diperoleh semakin besar tetapi pada konsentrasi tertentu mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena pada konsentrasi NaOH, kadar air sebagai media pelarut berkurang sehingga berdampak pada kelarutan hemiselulosa dan lignin yang kecil. Semakin lama waktu delignifikasi, kadar alpha-selulosa naik tetapi pada waktu tertentu akan setabil dan berkurang sedikit akibat penguapan air pelarutnya.

## 6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya :

1. Kualitas fisik batang tanaman ubi kayu :
  - a. Kandungan kulit kayu : 29,75 % berat
  - b. Kandungan gabus : 4,46 % berat
  - c. Kandungan kayu : 65,79 % berat
2. Batang tanaman ubi kayu termasuk **jenis kayu lunak**
3. Proses prehidrolisa hanya dapat memisahkan bahan-bahan ekstraktif
4. Alpha selulosa terbaik sebesar 67,69 % diperoleh pada delignifikasi dengan NaOH 25% berat dan waktu delignifikasi 1 jam dan temperatur 128°C

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad M Fuadi dan Hari Sulistya (2008), “Pemutihan Pulp Dengan Hidrogen Peroksida”, Jurnal Reaktor, vol 12, No 2, hal 123-128.

Anonim. 2005, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18471/4/Chapter%20II.pdf>. diakses pada tanggal 1 Oktober 2010.

Anonim. <http://72.14.235.104/search?q=cache:omEqHMACINUJ:buletinlitbang.dephan.go.id/index.asp%3Fvnomor%3D18%26mnorutisi%3D3+pembuatan+SELULOSA&hl=id&ct=clnk&cd=1&gl=id>. Diakses pada 23 September 2010.

Anonim. [http://www.indobioethanol.com/sumber\\_lain.php](http://www.indobioethanol.com/sumber_lain.php) . Diakses 26 September 2010.

Apriy Shinsetsu Silver Fox. 10 Agustus 2010. *Makalah Pembuatan Pulp dan Kertas dari Ampas Tebu dengan Proses Acetosolv* (Online), (<http://aprysilverfox.blogspot.com/2010/08/makalah-pembuatan-pulp-dan-kertas-dari.html>), diakses 1 Oktober 2010).

Casey, P. (1980). “*Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*” Volume I. John Wiley & Sons. New York Chichester Brisbane Toronto. p. 377-745.

Dence, C.W., and Reeve, D.W. 1996. *Pulp Bleaching Principle and Practice*, page:349-415. Tappi Perss, Atlanta.

Eko Nopianto. *Pengetahuan Bahan Agroindustri, Selulosa*. (Online), (<http://ekonopianto.blogspot.com/2009/04/selulosa.html>, diakses 25 September 2010).

Endrah. 26 Januari 2010. *Pengelolaan Limbah Tape Singkong*. (Online), (<http://endrah.blogspot.com/2010/01/i.html>, diakses 6 September 2010).

Fengel Dietrich – Wegener Gerd, 1995. *Kayu*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

George, T. Austin. 1975. *Shreve's Chemical Process Industries*, 5<sup>th</sup> ed., page:615–624. Mc Graw Hill International Edition. New York.



- 
- Harun,R.,Boyin L. And Michael K.D.,(2011),” Analysis of Process Configurations for Bioethanol Production from Microalgal Biomass”** Progress in Biomass And Bioenergy Production p. 402-403
- Isroi. 13 Februari 2008.** “Potensi Bioethanol dari Biomassa Lignoselulosa, (Online), (<http://isroi.wordpress.com/2008/02/13/potensi-bioethanol-dari-biomassa-lignoselulosa/>), diakses 26 September 2010).
- Kirk, R. E., Othmer, D. F. (1952).** “*Encyclopedia Of Chemical Tecnology*”, 4<sup>th</sup> ed., page:593 – 616. The International Science Encyclopedia Inc., New York.
- Lince Muis, (2008).** “*Pengaruh Penggunaan Bahan Kimia Selama Proses Bleaching Terhadap Kualitas Fisik dan Kimia PULP*” Jurnal Ilmah Universitas Batanghari Jambi, Vol 8. No 3, hal 115-119
- Nuringtyas, Tri Rini. (2010).** “*Karbohidrat*”. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Nursyamsu. (1990).** “*Pembuatan Pulp dengan Proses Soda*” halaman:1-23. BBPK, Bandung.
- Othmer, K. (1992).** “*Encyclopedia Of Chemical Technology*” Vol 9. Interscience Encylopedia Inc, New York.
- Rahma. (2002).** “*Pembuatan Selulosa Asetat dari Sabut Siwalan*”. Jurusan Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Rapson and Spinner. (1979).** “*Brigness Reversion in Bleached Pulps*”, halaman :357-387. Technical Association of Pulp and Paper Industry. USA.
- Ruso,S.,(2011),” Pembuatan Bioetanol Dari Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum Schumach*) Dengan Sistem Fermentasi Simultan Menggunakan Bakteri Clos – tridium Acetobutylicum ”, <http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/files/2298a05690e8bfdfb0d019989aceab09.pdf> ,diakses tgl 5-10-2011**
- Sugesty. (1986).** “*Sumber Bahan Baku Pulp*”,halaman:1-20. Balai Besar Pulp dan Kertas, Bandung.
- Susilaningsih,D.,(2008),”Preparasi Substrat Limbah Biomasa KekayaanTropika Untuk Produksi Biohidrogen”** Makara, Teknologi, Volume 12,No.1,April 2008 P. 38-42
- Samsuri,M.,(2007),”Pemanfaatan Sellulosa Bagas Untuk Produksi Ethanol Melalui Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak Dengan Enzim Xylanase”,** Makara, Tek – nologi, Volume. 11, NO. 1, April 2007 P. 17-24
- Tim Puslitbang Indhan Balitbang Dephan (Kol. Umar S. Tarmansyah).** “*Pemanfaatan Serat Rami untuk Pembuatan Selulosa*”, (Online), (<http://buletinlitbang.dephan.go.id/index.asp?vnomor=18&mnorutisi=3>), diakses 26 September 2010)
- Zellerbach. (1983).** “*Clorine Dioxide Plant Clorate Electrolysis Synthesis*”, halaman 1-18. Lurgi Munich Process. USA
-